

Diversidad 1: Algas verdes y briófitas

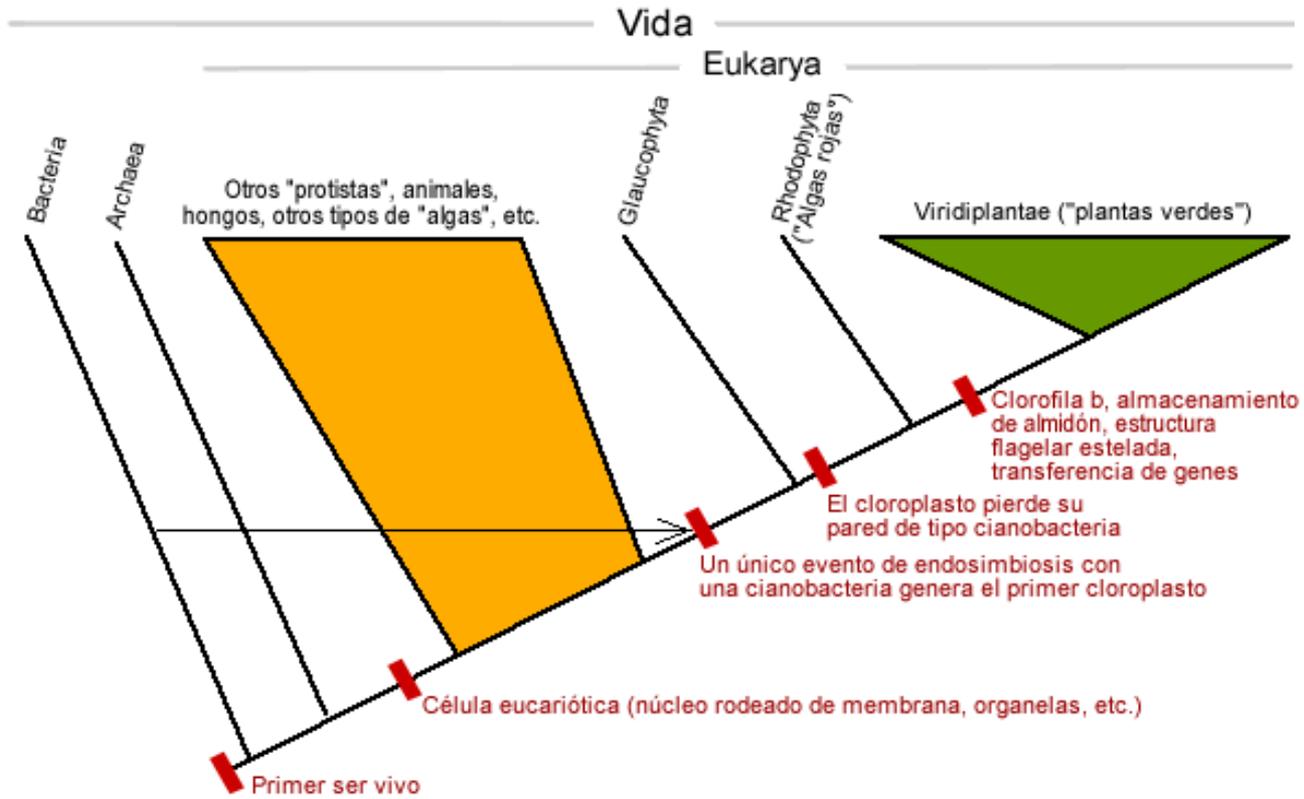
Subunidad A: Algas verdes

- Ciclos de vida

Subunidad B: Briófitas

- Características morfo-fisiológicas y ecológicas.
- Ciclo de vida de un musgo típico

Eukarya



Dibujado y traducido a partir de Judd *et al.* 2002

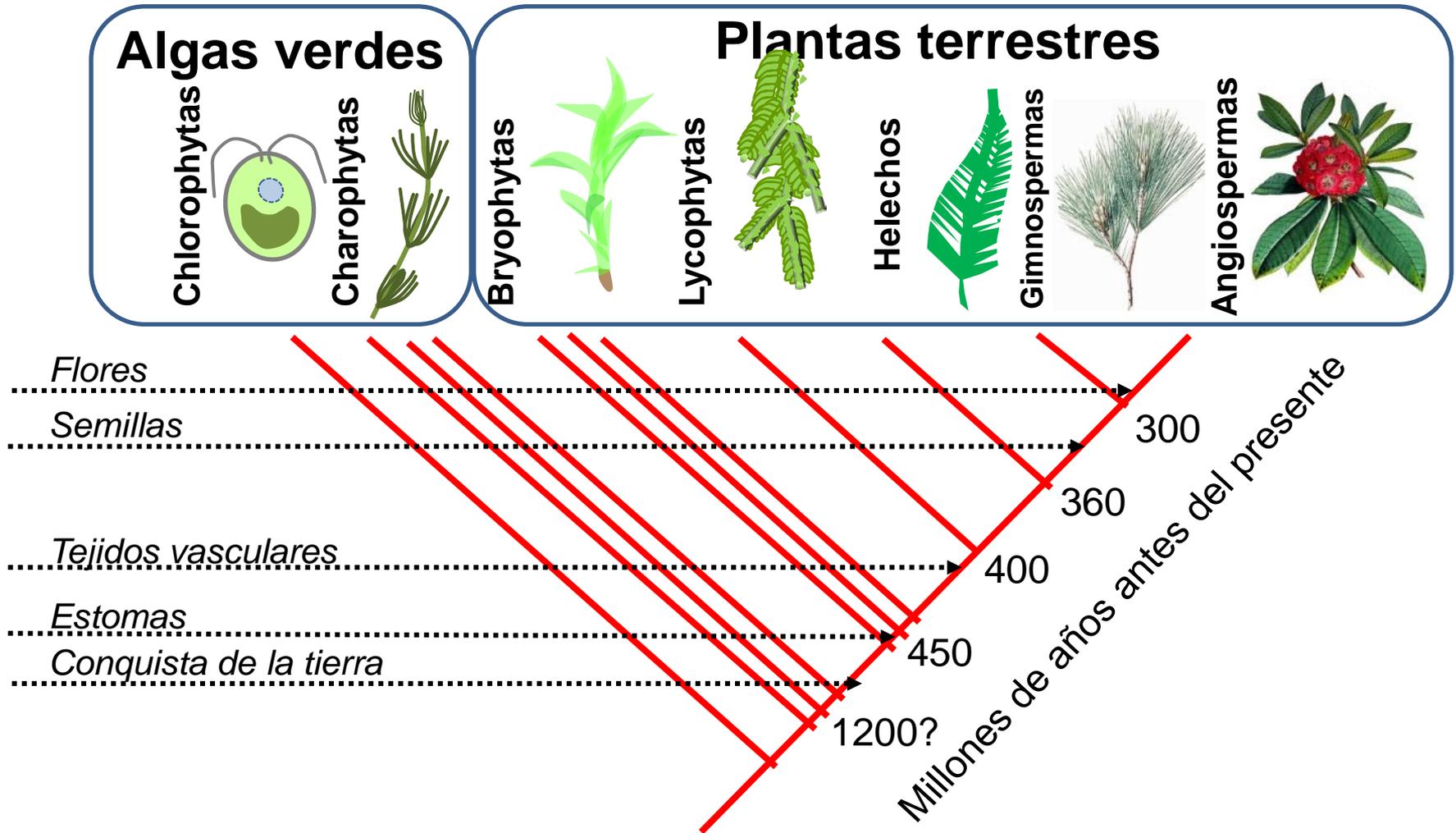
Arbol filogenético del reino Plantae,

nótese los eventos de adquisición del cloroplasto, que precedieron a la aparición de las "plantas verdes"

Ciclos de vida

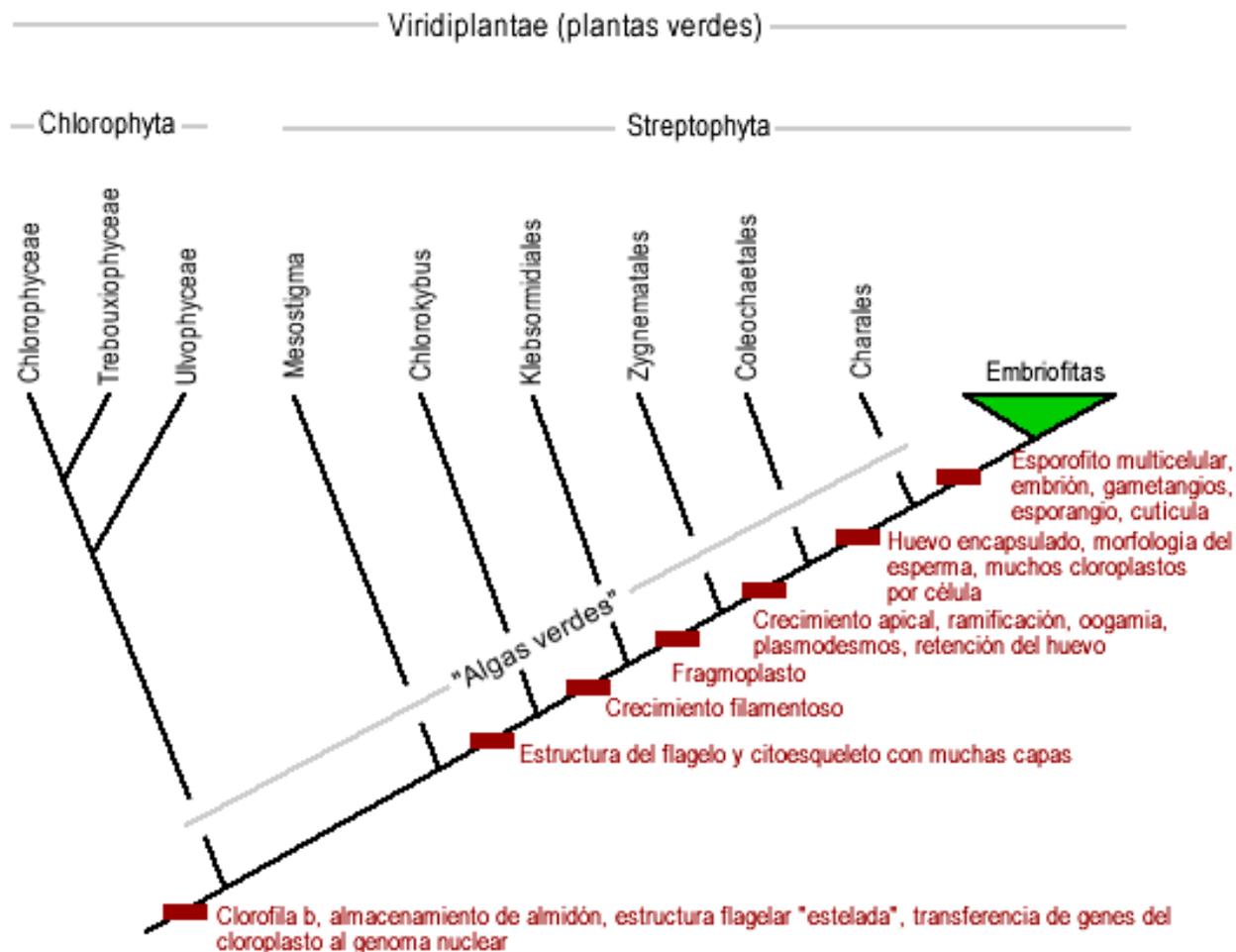
- En los **seres humanos y otros animales**, la **fase diploide del ciclo de vida es la fase dominante**, y las **únicas células haploides son los gametos** (producidos por meiosis). Este tipo de ciclo de vida se produce en las plantas, pero es muy raro.
- Algunas plantas tienen ciclos de vida que son básicamente lo contrario: desde un organismo haploide multicelular dominante que produce gametos por mitosis hasta la situación de singamia (fusión de los gametos) que genera un cigoto diploide que luego sufre meiosis para producir esporas haploides.
- La mayoría de los ciclos de vida autótrofos se encuentran en algún lugar entre estos dos extremos y muestran lo que se conoce como alternancia de generaciones, es decir, la alternancia entre una **fase haploide multicelular (gametofito)** y una **fase diploide multicelular (esporofito)**.

Viridiplantae = Plantas verdes



Adapted from Hay, A. and Tsiantis, M. (2010). KNOX genes: versatile regulators of plant development and diversity. *Development*. 137: [3153-3165](#) and Prigge, M.J. and Bezanilla, M. (2010). Evolutionary crossroads in developmental biology: *Physcomitrella patens*. *Development*. 137: [3535-3543](#).

Viridiplantae = Plantas verdes



Las plantas verdes comprenden a lo que comúnmente se conoce como **algas verdes y plantas terrestres**

Viridiplantas o plantas verdes

- El clado (grupo **monofilético**) de las viridiplantas, viridófitas o plantas verdes incluye a las **algas verdes y plantas terrestres** que comparten un antecesor común con ellas.
- Incluye más de **300.000 especies** descritas o más de 1/6 de todas las especies conocidas en la tierra (Judd *et al.* 2002)
- Evidencia molecular (secuenciación de ADN nuclear y de organelas) y características estructurales (como la transferencia de genes particulares del cloroplasto al núcleo) dan soporte a la característica monofilética de este grupo.
- La mayoría de los análisis filogenéticos han apoyado una división basal de las plantas verdes en dos clados:
 - **clorófitas**: contiene la mayor parte de la tradicional "algas verdes"
 - **streptophyta**: que incluye las plantas terrestres y varios otros linajes anteriormente colocado entre los "algas verdes"

Viridiplantas o plantas verdes

Este clado también está apoyado por numerosas características químicas y morfológicas:

- pérdida de ficobilinas (presente en cianobacterias, glaucófitas y algas rojas)
- producción de clorofila b (en adición de la clorofila a)
- almacenaje celular de carbohidratos en forma de gránulos de almidón
- células móviles tienen los 2 flagelos anteriores látigo con una estructura característica estrellada en la base (Judd 2002)
- los cloroplastos con características que permiten diferenciarlos fácilmente de los de las algas rojas y las glaucófitas.

Algas verdes

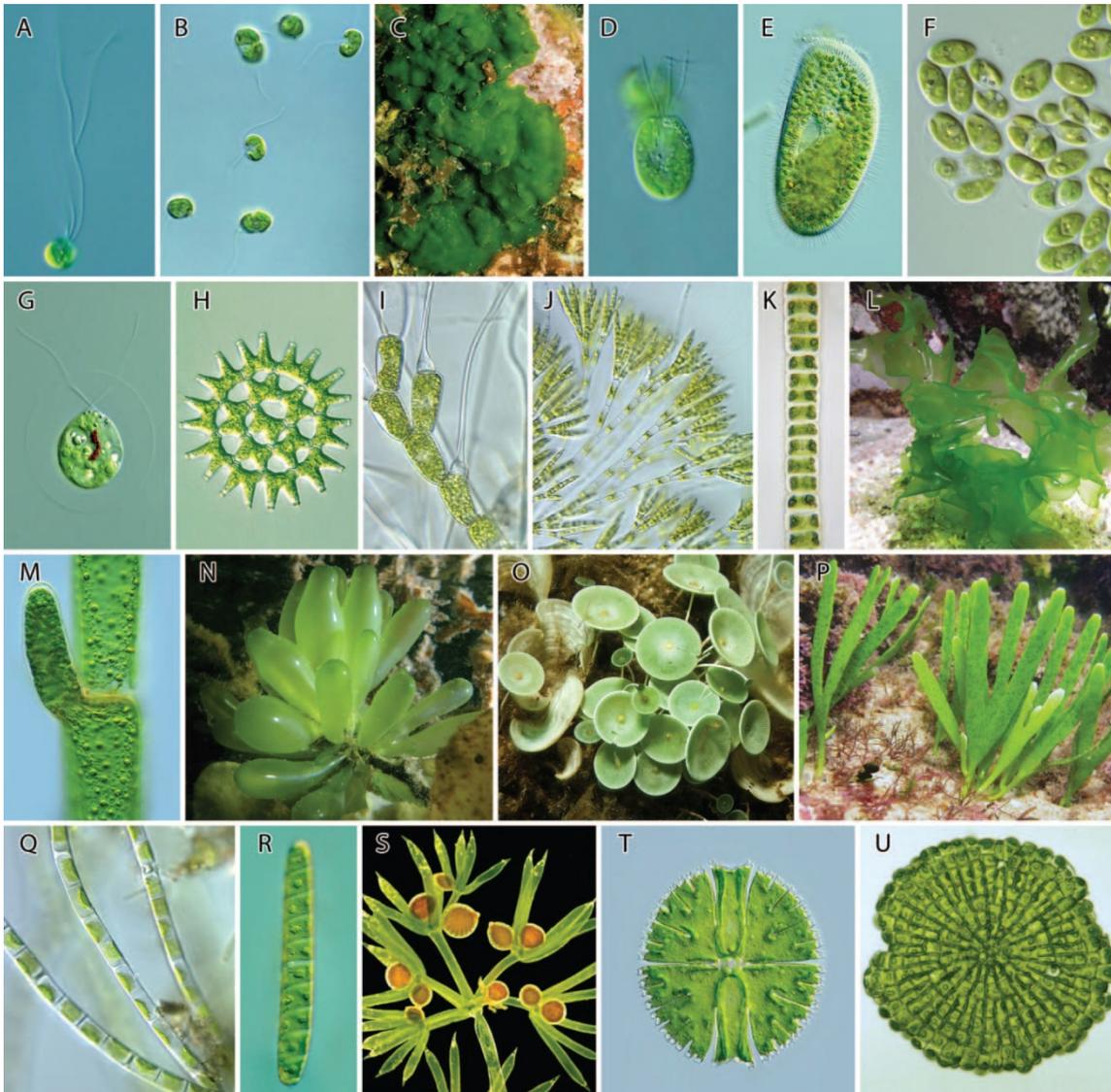
¿Qué son las algas?

El término algas se aplica a una amplia variedad de **organismos fotosintéticos (autótrofos) acuáticos** pertenecientes a **varios linajes** que no están directamente relacionados el uno al otro y que son **más pequeños y de menor complejidad estructural** que las **plantas terrestres**



Imagen de
biomundo.files.wordpress.com
/2010/12/algas3.jpg

Algas verdes



Algas verdes

- Amplia gama de formas y tamaños
- son un grupo parafilético con respecto a las embriofitas o plantas terrestres.

Algas verdes: características generales

- 17000 especies (Graham & Wilcox 2004)
- talos uni- y multi-celulares
- alguna son flageladas y otras producen células reproductivas (mayoría biflageladas)
- además de clorofila a , tiene como pigmentos clorofila b , B-caroteno y otros carotenoides en plastidios.
- almacenamiento de almidón en los plastidios
- paredes celulares de algunas están constituidas por celulosa, pero pueden estar compuestas de otros polímeros e incluso calcificadas
- variedad de ambientes: algunos marinos (mayores tamaños), otros principalmente terrestres y otros de aguas dulces (unicelulares, coloniales, filamentosas y foliosas)
- los linajes de agua dulce habrían dado lugar a las plantas terrestres
- la reproducción sexual es común pero existen diversos tipos de ciclo de vida

Algas verdes: características generales

Se pueden multiplicar **vegetativamente por fragmentación, y sexualmente por:**

- 1. HOLOGAMIA:** el **alga entera funciona como gameto**, fusionándose con otra semejante. Ocurre en algas verdes unicelulares.
- 2. CONJUGACIÓN dos filamentos se sitúan paralelos**, tomando uno el papel de filamento masculino y el otro femenino. Entre células de ambos se forman tubos de unión por los que pasan del masc. al femenino los contenidos celulares, con su núcleo incluido, que luego se fusiona con el de la célula que actúa de femenino, originando una zigospora, que puede permanecer latente mucho tiempo antes de originar un nuevo filamento. Puede ser **isógama o anisógama dependiendo si los núcleos son del mismo tamaño o no**. Común en las algas verdes filamentosas (Spirogyra).
- 3. PLANOGAMIA:** consiste en la reproducción mediante **gametos móviles**, tanto los masculinos como los femeninos, ya que ambos poseen flagelos que les dan esa movilidad. Al igual que el caso anterior, puede ser isógama, cuando los gametos son semejantes, o anisógama, si son diferentes.
- 4. OOGAMIA:** en este caso el **gameto femenino es inmóvil al carecer de flagelo**. La fecundación puede ser **externa**, cuando el gameto femenino es liberado, o **interna**, si no se libera y permanece dentro de la estructura donde se formó.

Algas verdes: características generales

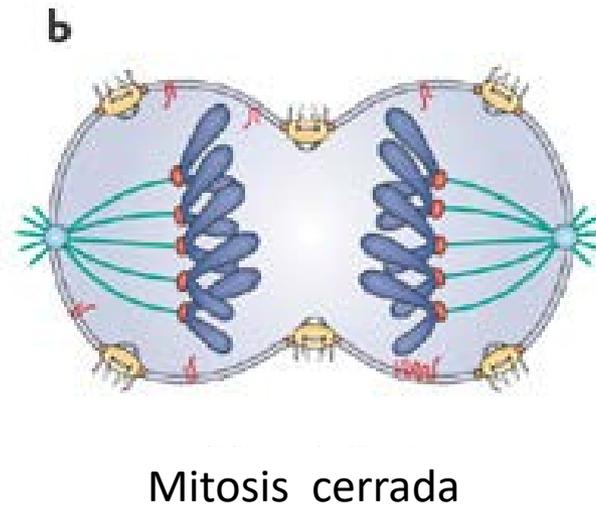
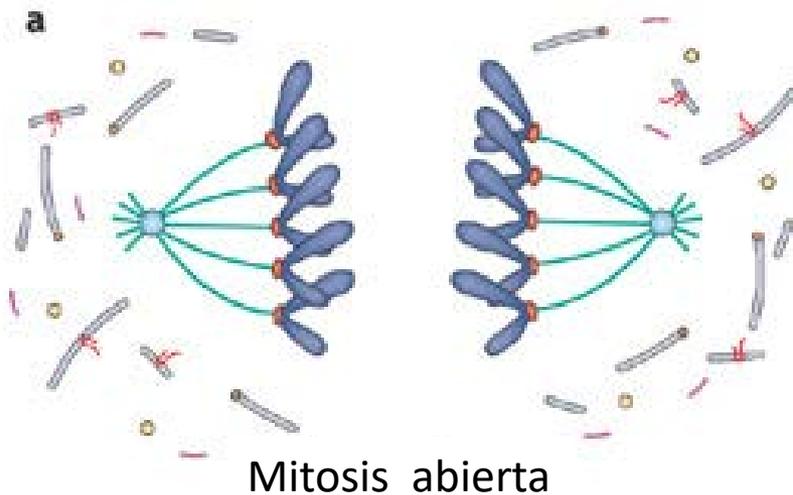
Sus ciclos biológicos son sencillos:

1. **Monogenético**, ya sea haplofásico o diplofásico (con una carga de cromosomas o dos): comprende una **única generación**, con una fase nuclear que bien puede ser **haploide o diploide**.
2. **Digenético**: hay una **alternancia de dos generaciones**, que pueden ser **isomórficas o heteromórficas**, dependiendo de si la morfología de las dos generaciones (esporofitos y gametofitos) es igual o diferente, pudiendo dominar en este último caso una de las dos generaciones sobre la otra. Son **haplodiplofásicos**, es decir, va alternando una generación haploide con otra diploide.
Ejemplo: *Ulva lactuca*, *Ulva intestinalis* o *Cladophora rupestris*.

Algas verdes: características generales

2 tipos diferentes de mitosis

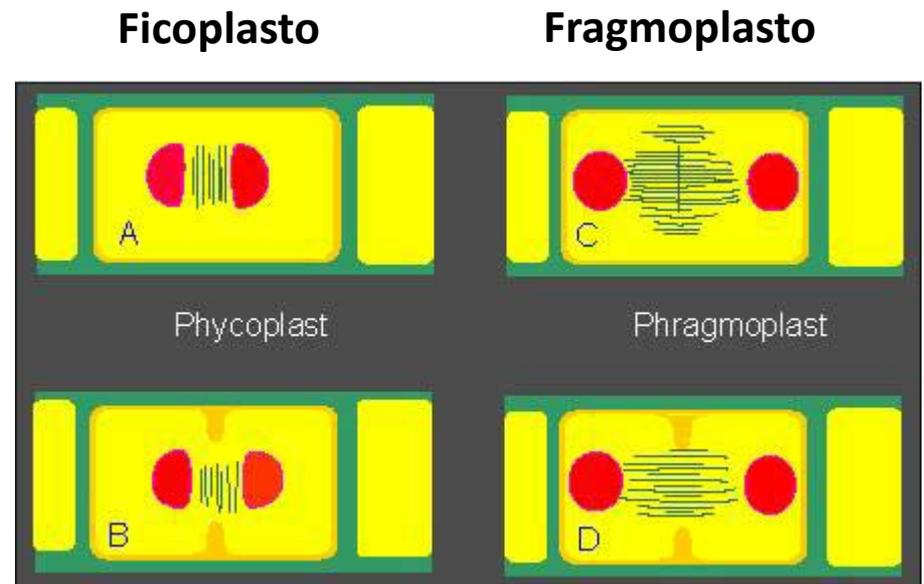
- a. **Abierta:** la membrana nuclear es completamente desmontada y retirada de la cromatina y un husillo citoplasmática se forma por microtúbulos que emanan de centrosomas citoplasmáticos (ocurre en la células somáticas de eucariotas superiores)
- b. **Cerrada:** la membrana nuclear permanece intacta (mecanismo más común en las eucariotas inferiores)



Algas verdes: características generales

Diversos patrones de citocinesis

1. **Similar al de las células animales y procariontes:** formación de un surco a través de la célula
2. **Similar al de las plantas terrestres:** formación de un fragmoplasto y una placa celular
3. **Exclusivo de algas verdes:** formación de una invaginación y de una estructura llamada ficoplasto (microtúbulos que irradian de los centrómeros y se alinean en la región entre los núcleos producidos en sentido paralelo al plano de división)



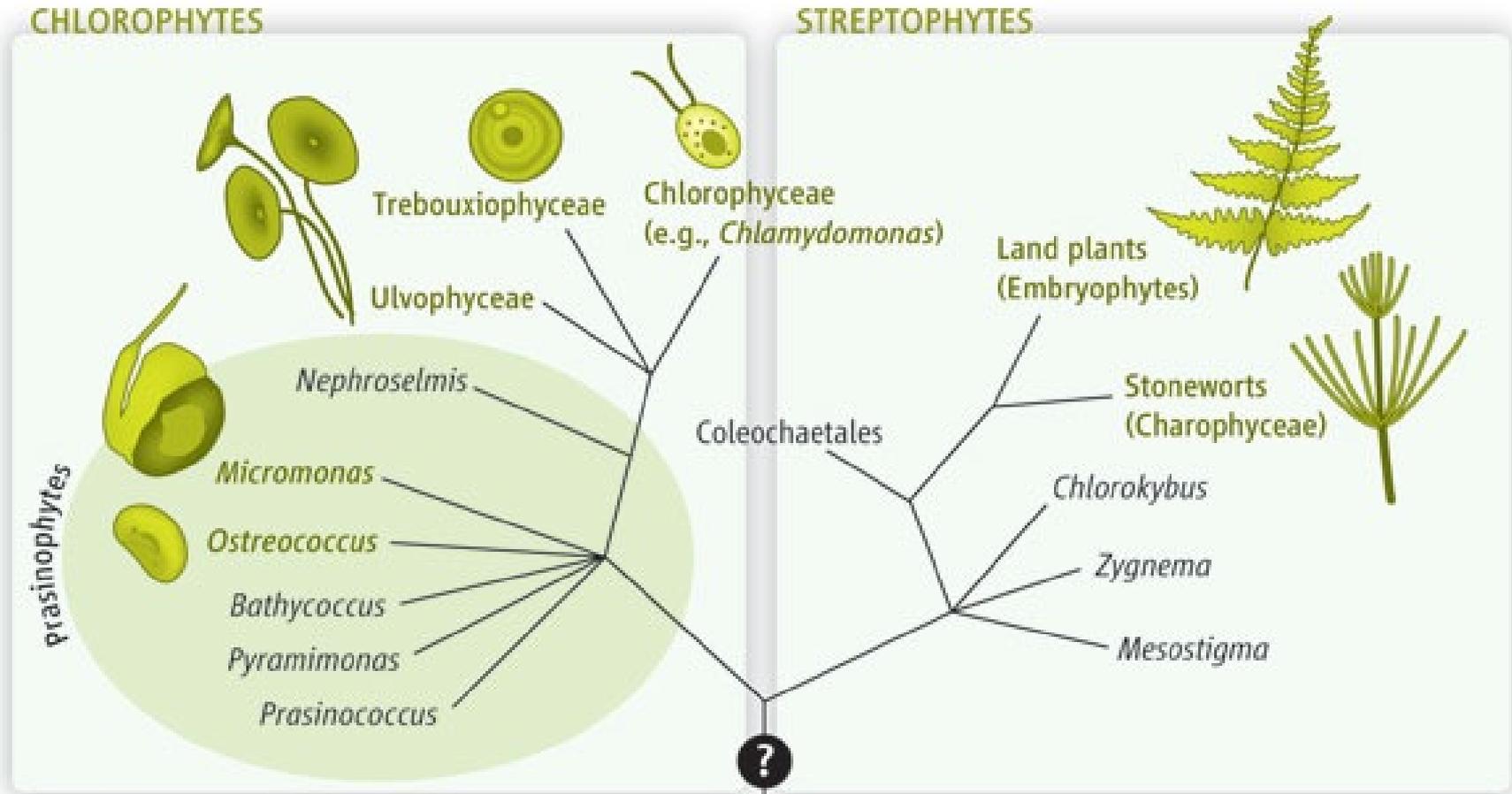
Algas verdes: características generales

Diversas formas de plastidios

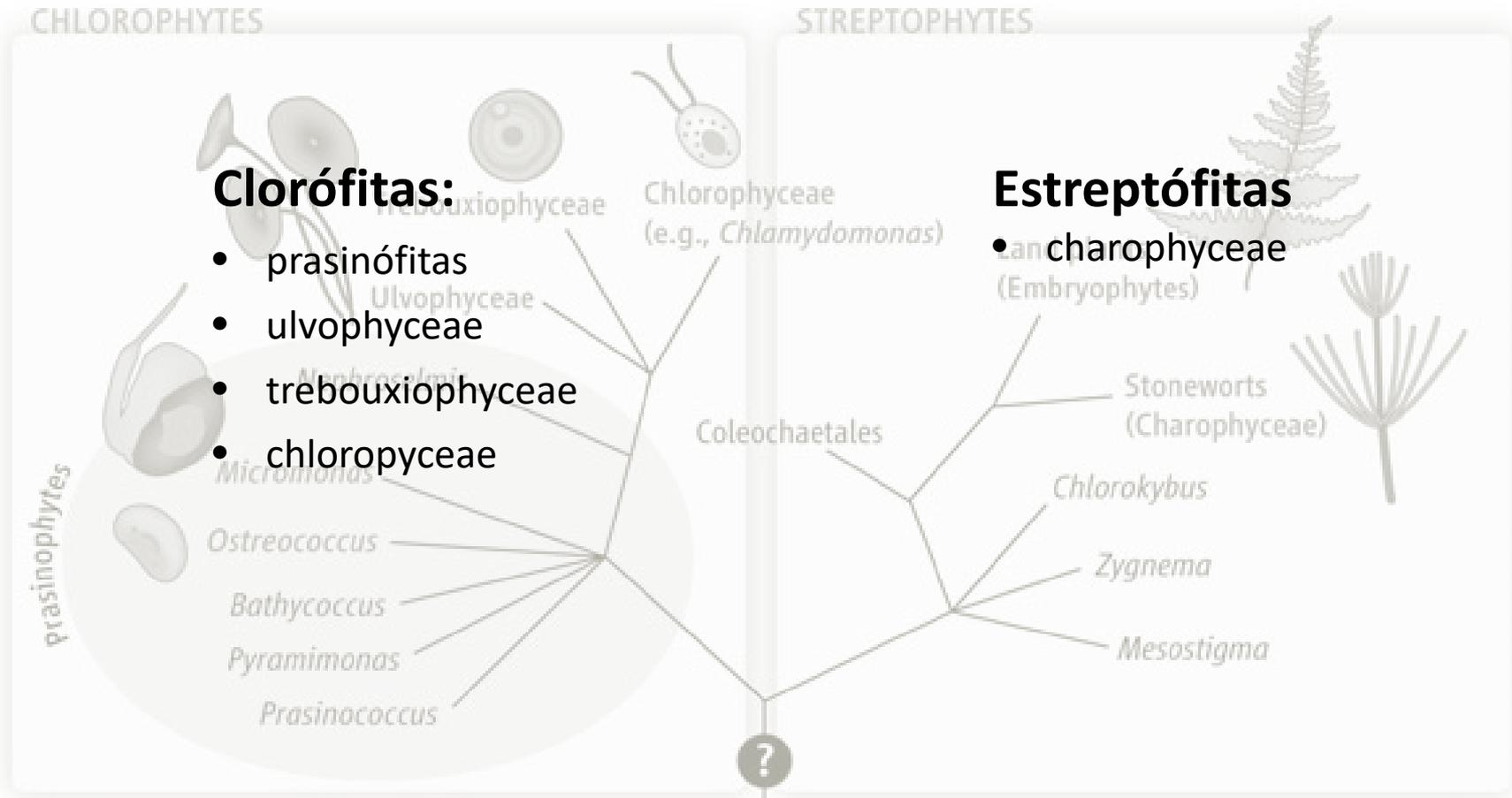
Sin embargo, guardan uniformidad dentro de cada género (marcador taxonómico)



Algas verdes: linajes

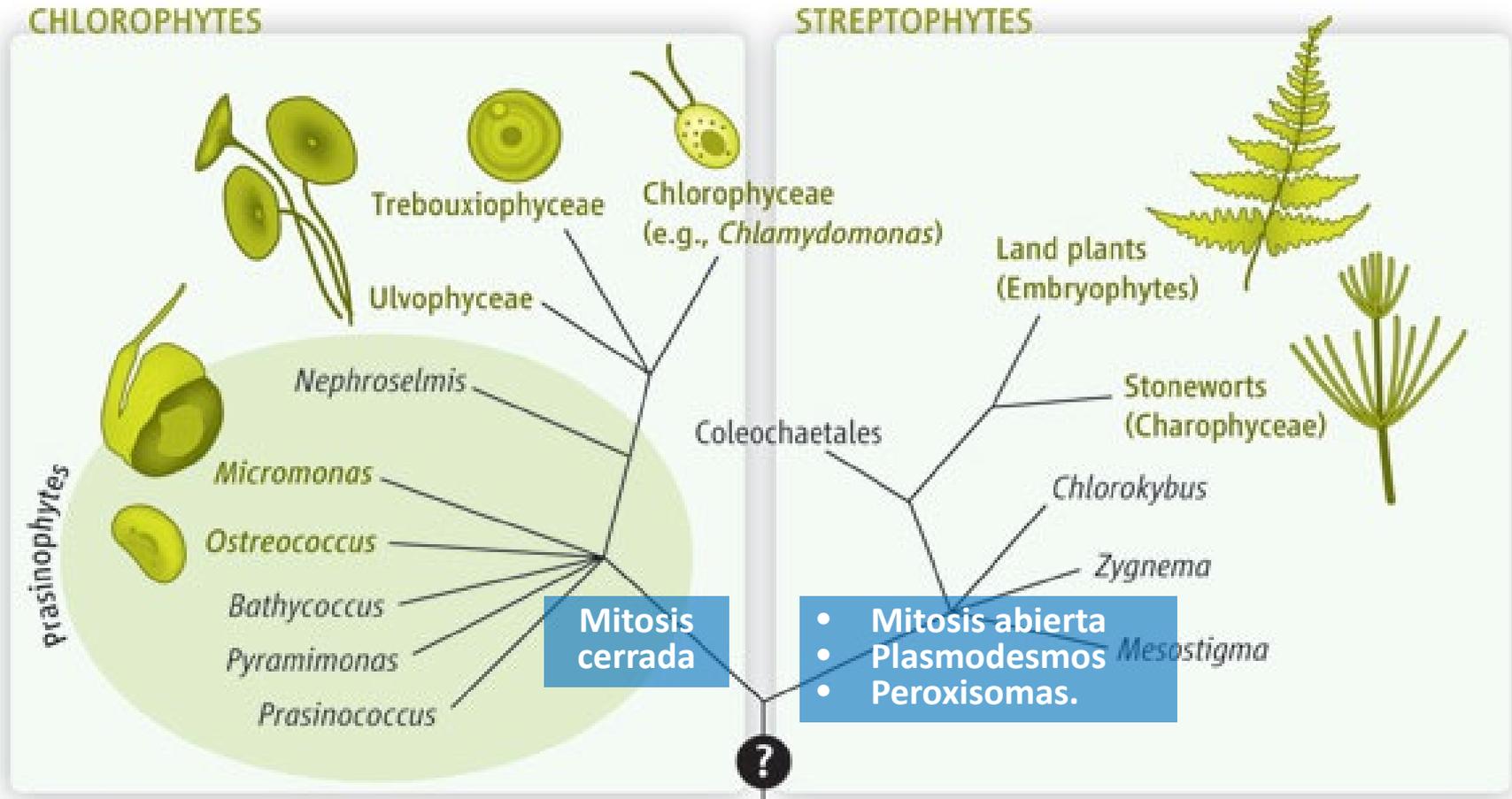


Algas verdes: linajes



Algas verdes: linajes

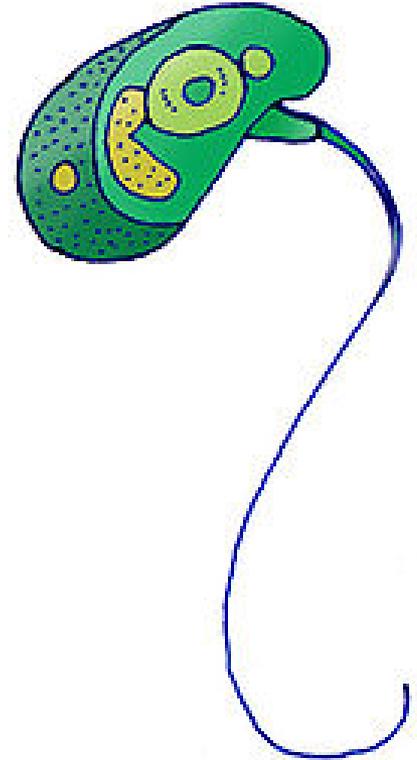
Divididas en 2 grandes grupos



Algas verdes: linajes

Prasinófitas

- Morfológicamente diversas: incluyen **flageladas con 8 flagelos a sésiles unicelulares** (cocoides)
- De **ambientes marinos y aguas dulces**.
- Cuerpo cubierto con escamas o desnudo.
- se consideran primitivas.
- **Estructuras celulares simples** (contienen un cloroplasto y una mitocondria).
- Genoma relativamente pequeño en comparación con otras eucariotas.
- En una parte de su ciclo de vida forman una suerte de ficoma, es decir, una estructura de resistencia. Este "ficoma" posee paredes orgánicas gruesas y está asociado al ciclo reproductivo.

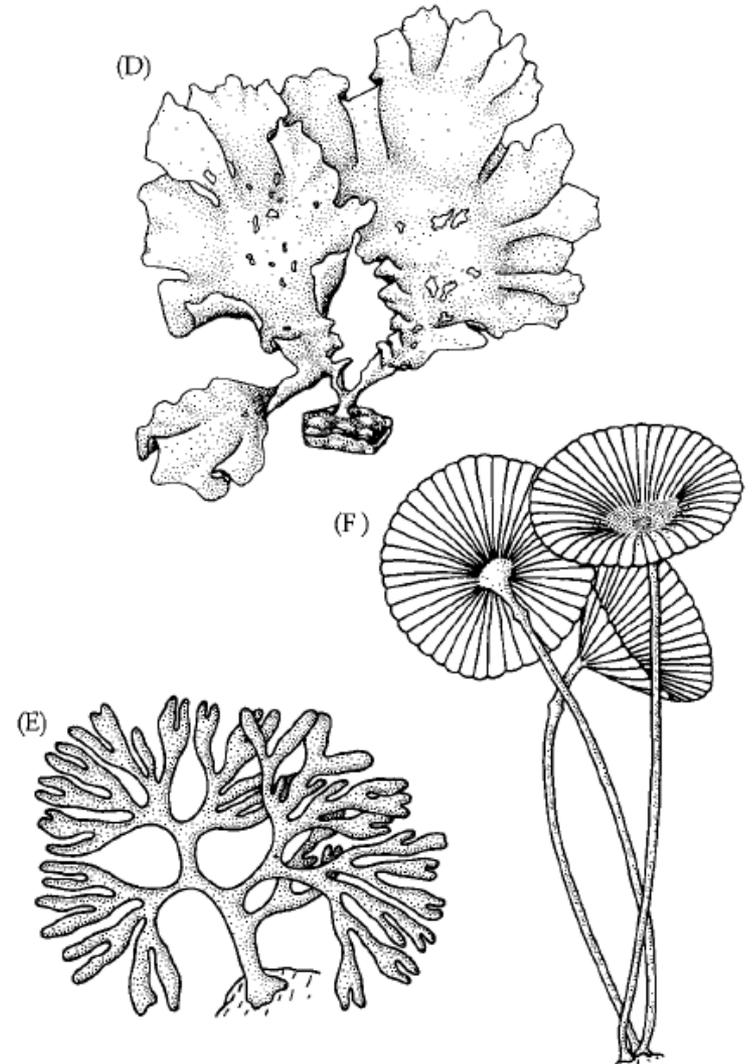


Micromonas pusilla

Algas verdes: linajes

Ulvophyceae

- incluye muchas formas marinas
- células multi-nucleadas
- en algunas, el cuerpo carece de paredes entre los núcleos excepto en el caso de las células reproductoras



Algas verdes: linajes

Ulvophyceae



Ulva



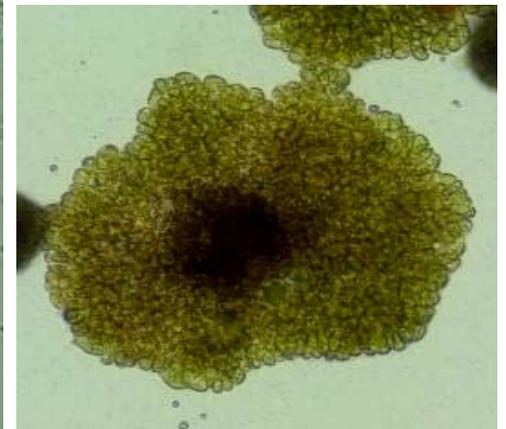
Codium fragile



Halochlorococcum



Ulvella



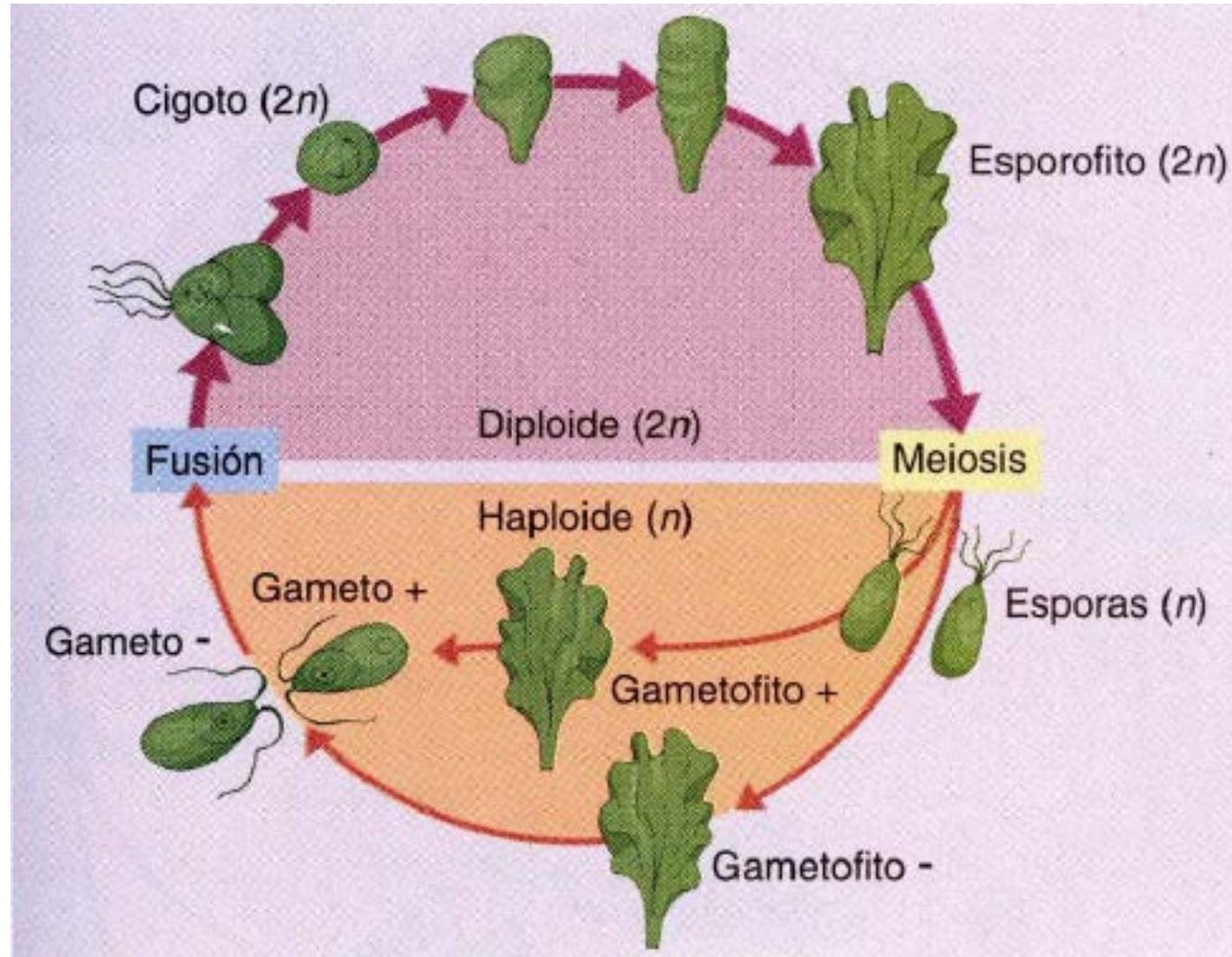
Gomontia polyrhiza

Algas verdes: linajes

Ulvophyceae

Ciclo de vida de *Ulva* "lechuga de mar"

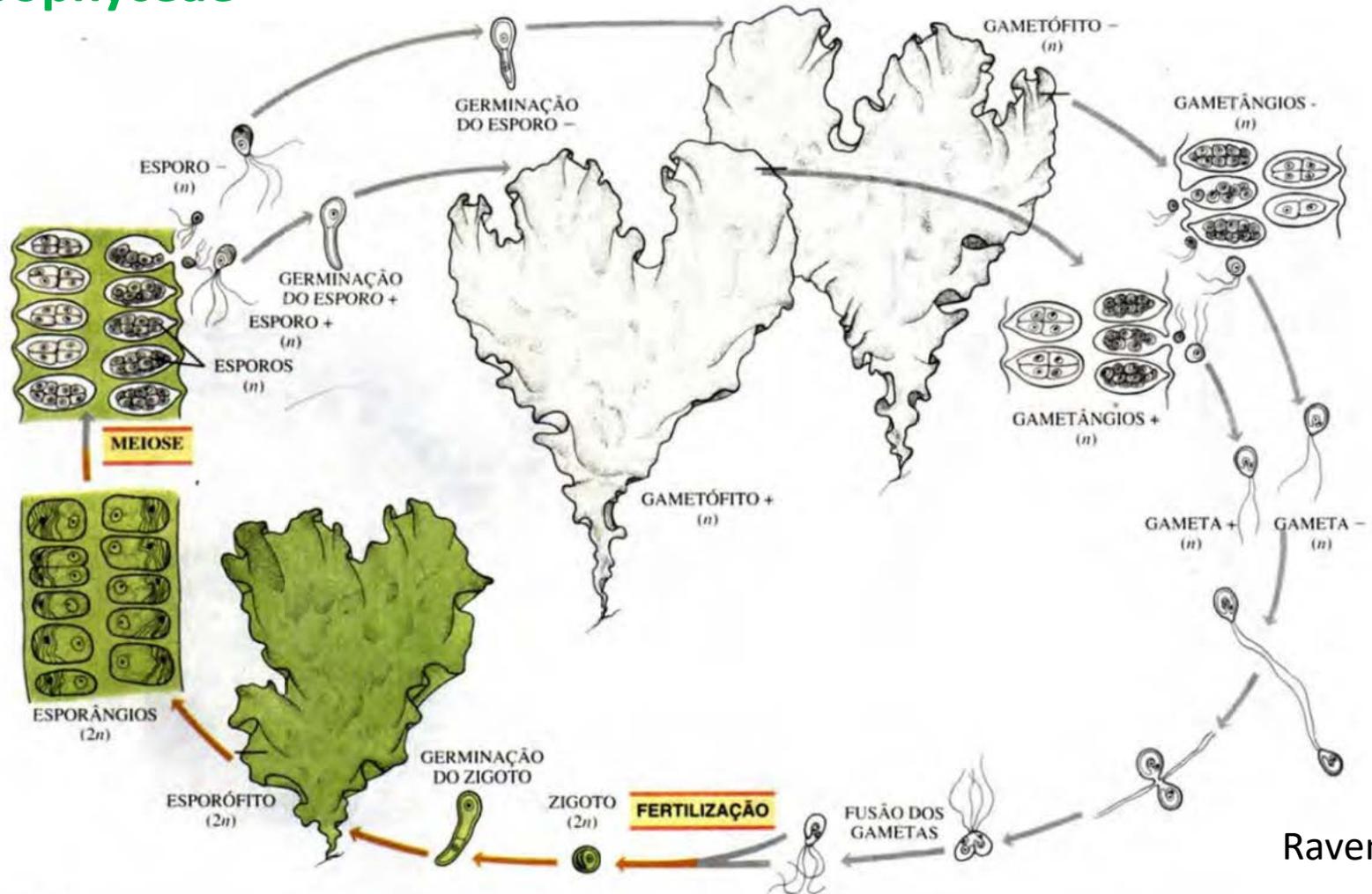
Alternancia de generaciones



Ciclo Digenético isomórfico

Algas verdes: linajes

Ulvophyceae



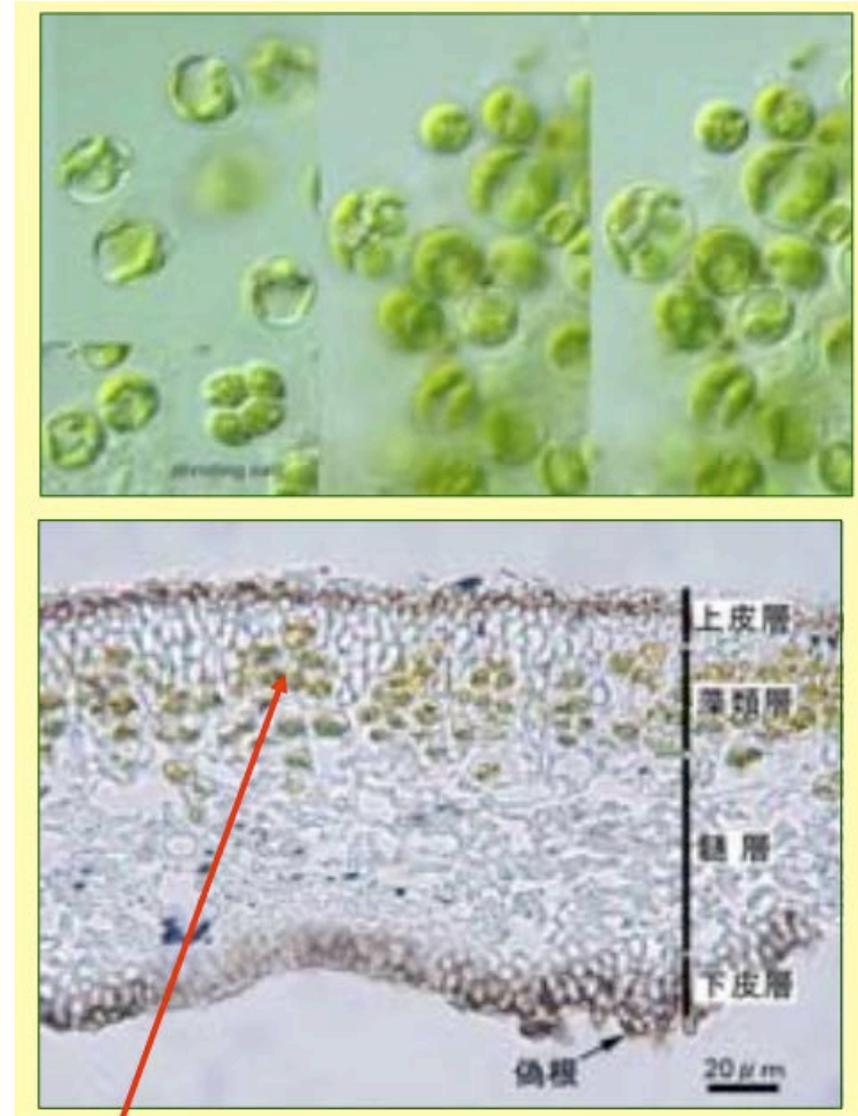
Raven 2004

Alternancia de generaciones en *Ulva*. El gametofito y esporofito son indistinguibles excepto por sus elementos de reproducción

Algas verdes: linajes

Trebouxiophyceae

- **Terrestres** (sobre lugares húmedos), **de aguas dulces o simbiotes** (formando parte de los **líquenes**).
- Unicelulares, filamentos simple, etc, no muy complejos en morfología
- Ej: *Chlorella*, fue el modelo que utilizó Calvin para estudiar la fijación de C en la fotosíntesis

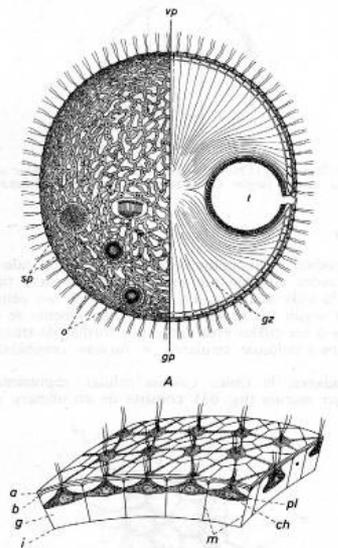
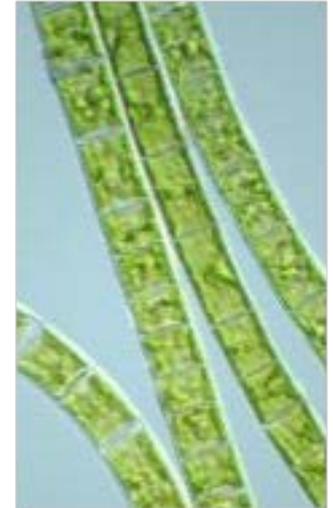
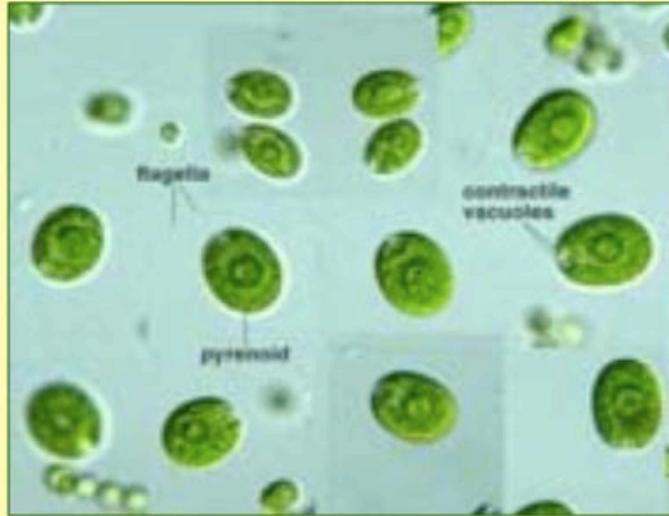


Componente algal del liquen (ficobionte)

Algas verdes: linajes

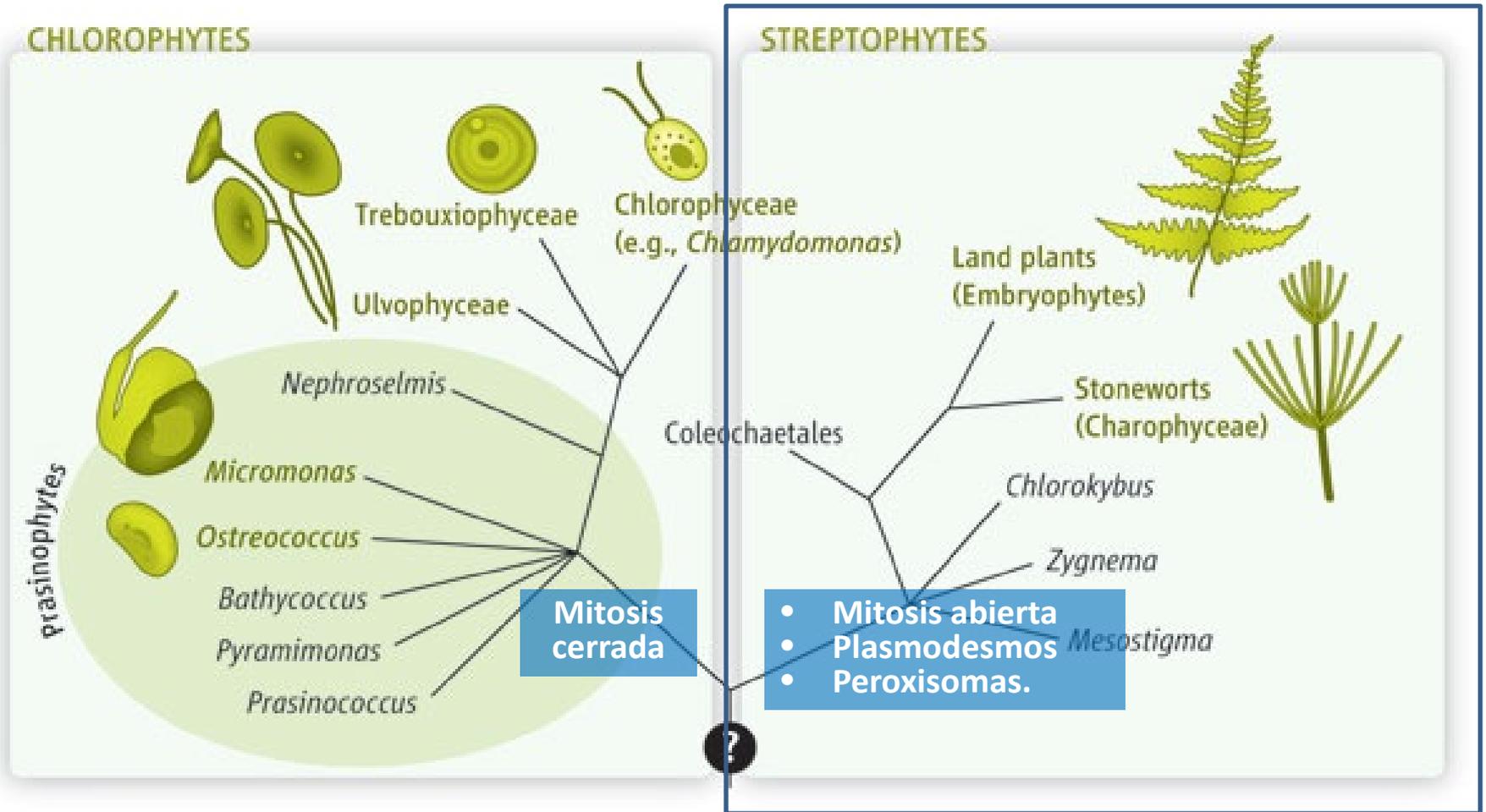
Chlorophyceae

- Unicelulares con o sin flagelos
- De aguas dulces o terrestres
- Pueden formar colonias y cenobios
- Ej. Chlamydomonas, Volvox, etc.

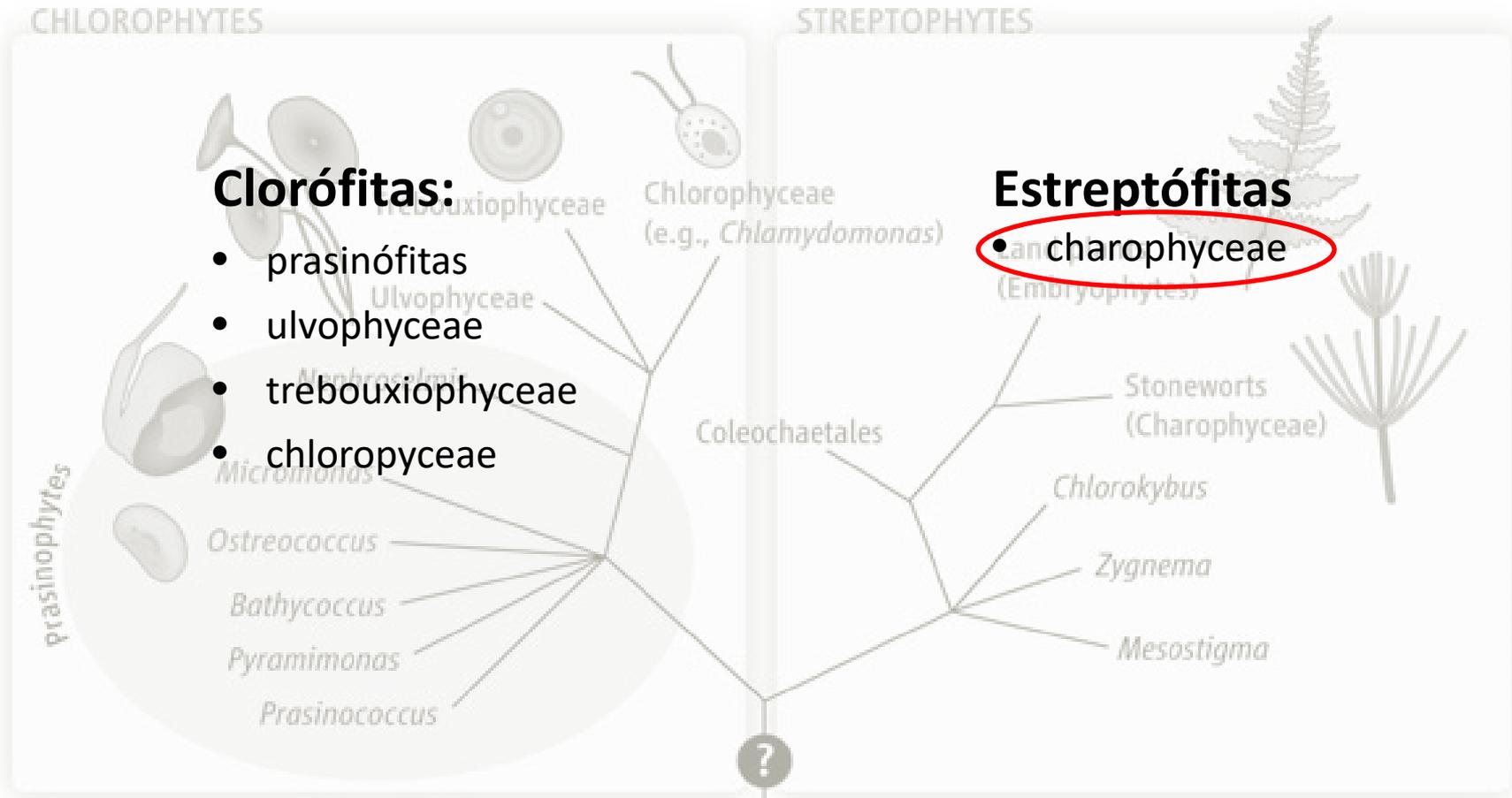


Algas verdes: linajes

Divididas en 2 grandes grupos



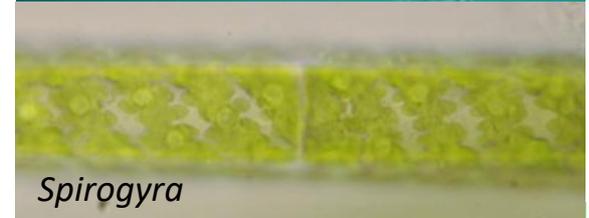
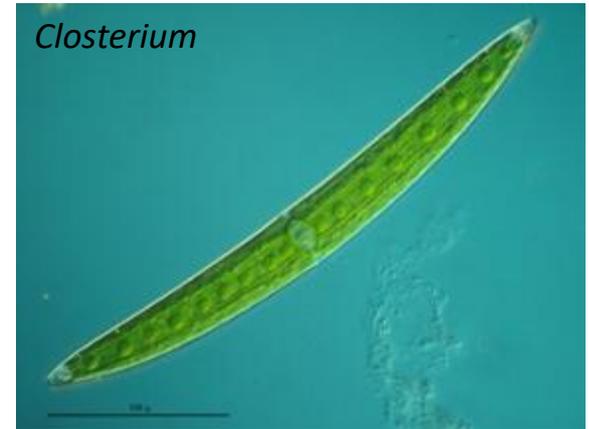
Algas verdes: linajes



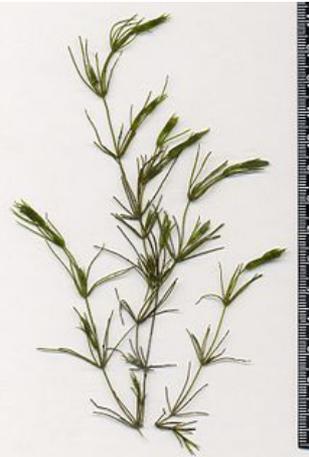
Algas verdes: linajes

Charophyceae

- Pueden ser unicelulares, de pocas células, filamentosas y/o parenquimatosas
- Células flageladas asimétricas, **meiosis cigótica** y producción de zigosporas de resistencia.
- Estructura constituida por **múltiples capas en las células móviles**
- Todas tienen un **huso mitótico persistente**
- Comunes de ambientes de agua dulce



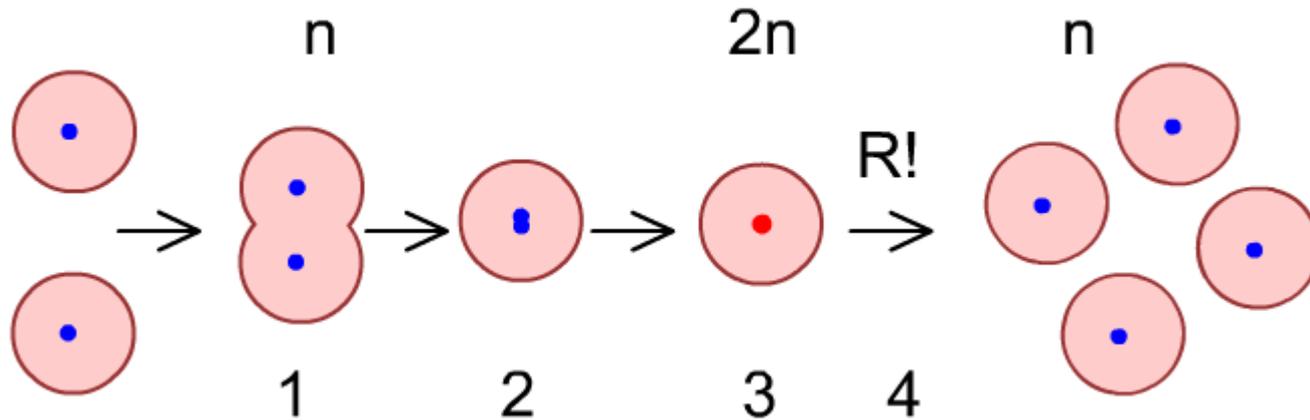
Chara fragilis



Algas verdes: linajes

Charophyceae

Meiosis: división celular doble en la que hay una reducción del número de cromosomas a la mitad



Fuente: <http://www.plantasyhongos.es/glosario/meiosis.htm>

n: Haploide, 1. Plasmogamia, 2. Cariogamia, 3. Cigoto, 2n: Diploide, 4. Meiosis: R!.

De acuerdo al ciclo biológico se diferencia:

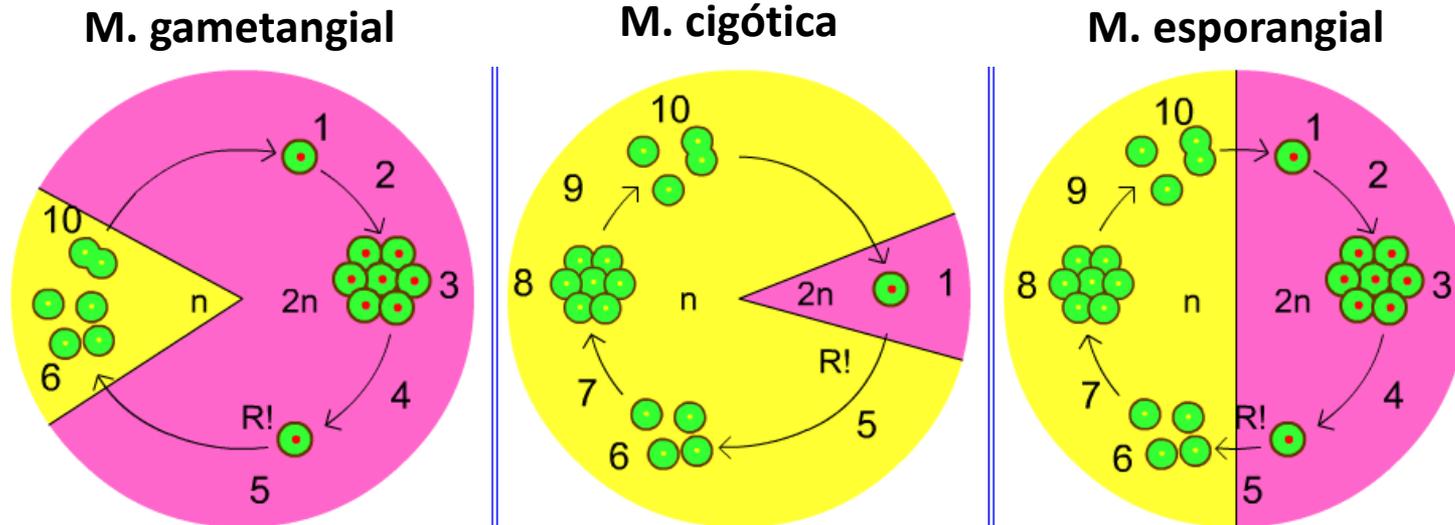
Algas verdes: linajes

Charophyceae

Meiosis gametangial: se produce para formar gametos, a menudo en los gametangios, los individuos son diploides (ciclo haplobiéntico, diplonte)

Meiosis cigótica: se produce tras la formación del cigoto, los individuos son haploides (ciclo haplobiéntico, haplonte)

Meiosis esporangial: se produce para formar esporas (meiosporas), normalmente en esporangios sobre esporófitos diploides, las esporas haploides formadas desarrollan gametófitos haploides que posteriormente formarán gametos (ciclo diplobiéntico)



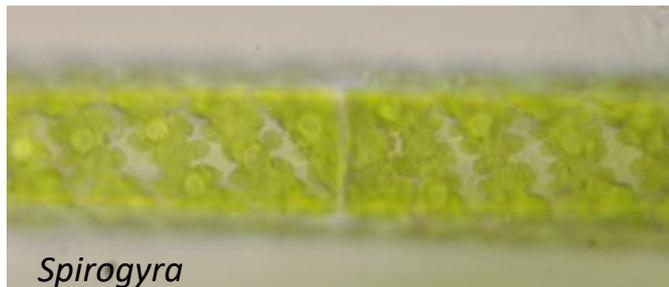
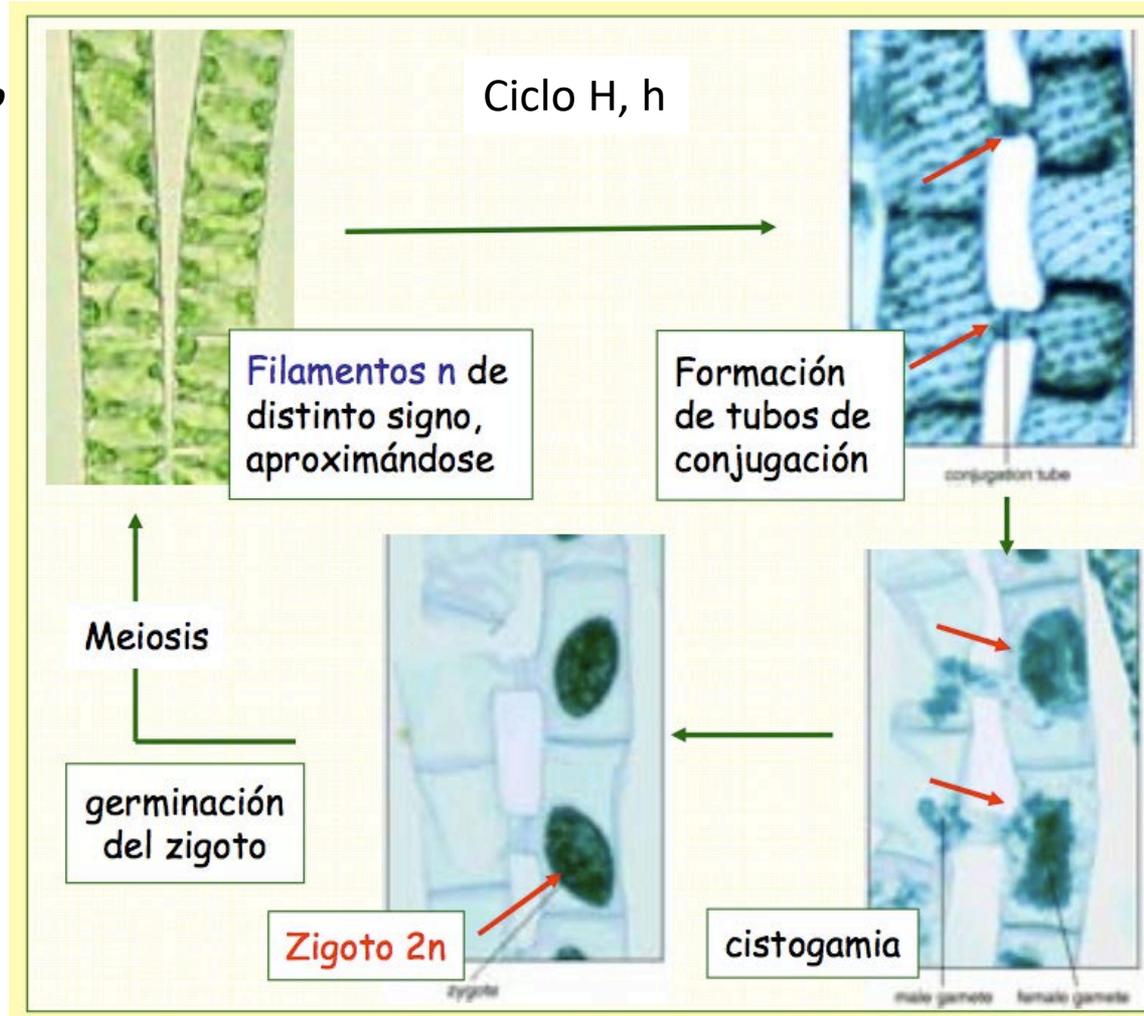
1. Cigoto, 2. Desarrollo de individuo diploide, 3. Individuo diploide (esporófito), 4. Diferenciación de meiocitos, 5. Meiosis, 6. Meiósporas, 7. Desarrollo de individuo haploide, 8. Individuo haploide (gametófito), 9. Diferenciación de gametos, 10. Plasmogamia

Algas verdes: linajes

Charophyceae

- Ejemplo: Spirogyra
- filamentosa, sin células flageladas. (masas flotantes espumosas)
- Cada filamento rodeado por una funda viscosa al tacto
- Nombre debido a la **disposición helicoidal de uno o más cloroplastos acintados** en sus células uninucleadas
- Se reproducen sexualmente **por conjugación**, donde las gametas ameboides se fusionan en un cigoto.

Talo adulto (n)



Spirogyra

Algas verdes: linajes

Carófitas

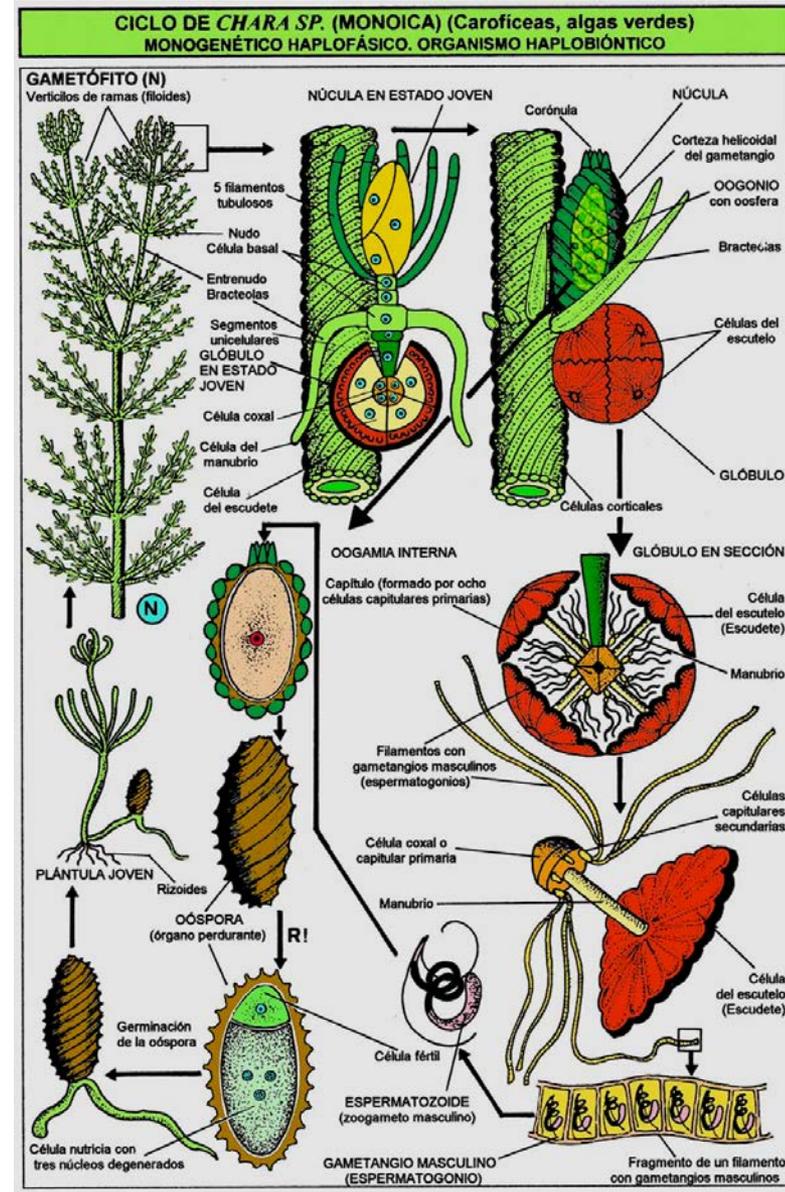
- Pequeños (1-2 mm) a grandes (>1m).
- Nivel de organización complejo:
 - crecimiento apical
 - diferenciación en nudos e internudos.
 - órganos sexuales diferenciados.
 - cigoto con pared gruesa.



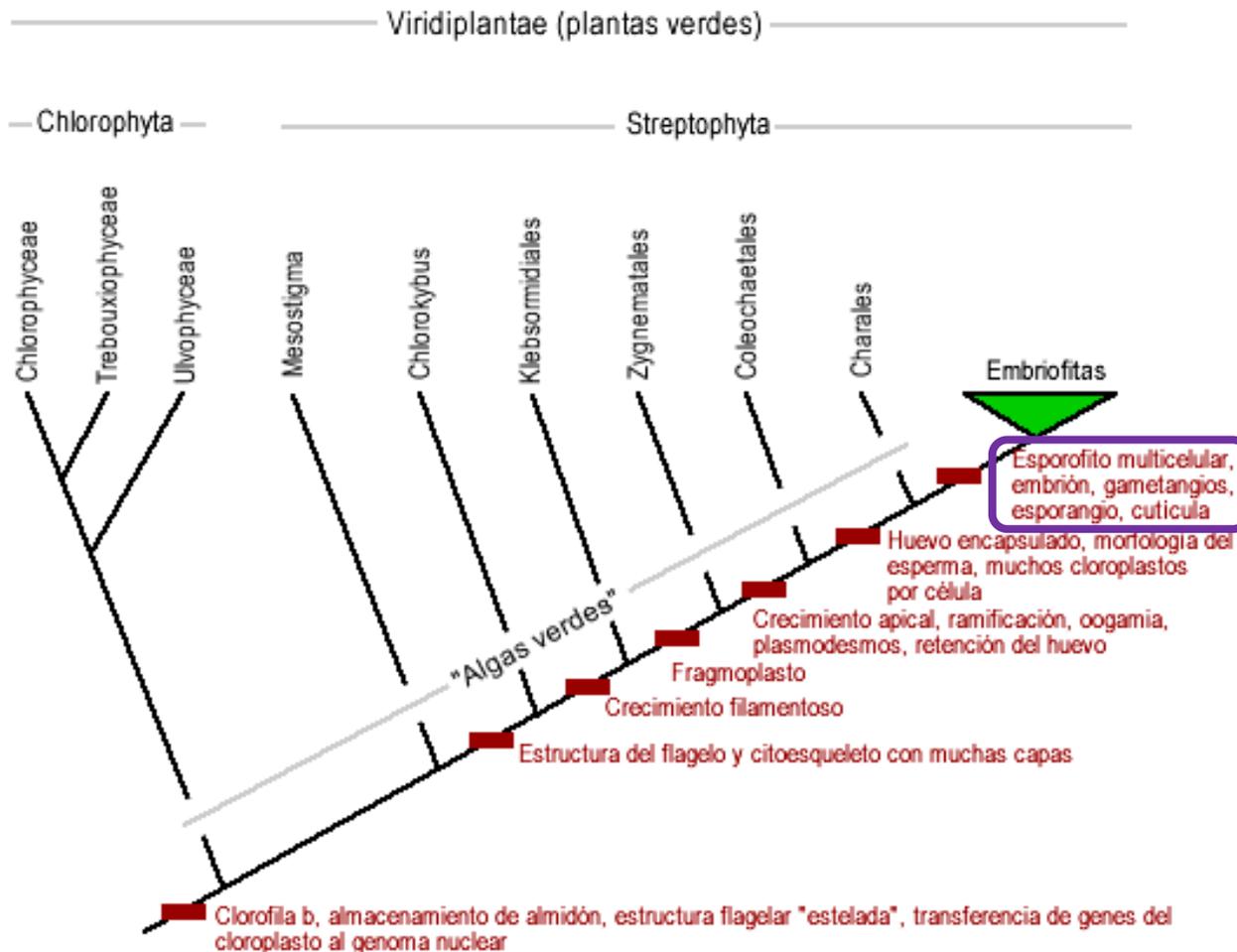
Algas verdes: linajes

Carófitas

Ciclo de vida de *Chara* sp.



Viridiplantae = Plantas verdes



Las plantas verdes comprenden a lo que comúnmente se conoce como **algas verdes y plantas terrestres**

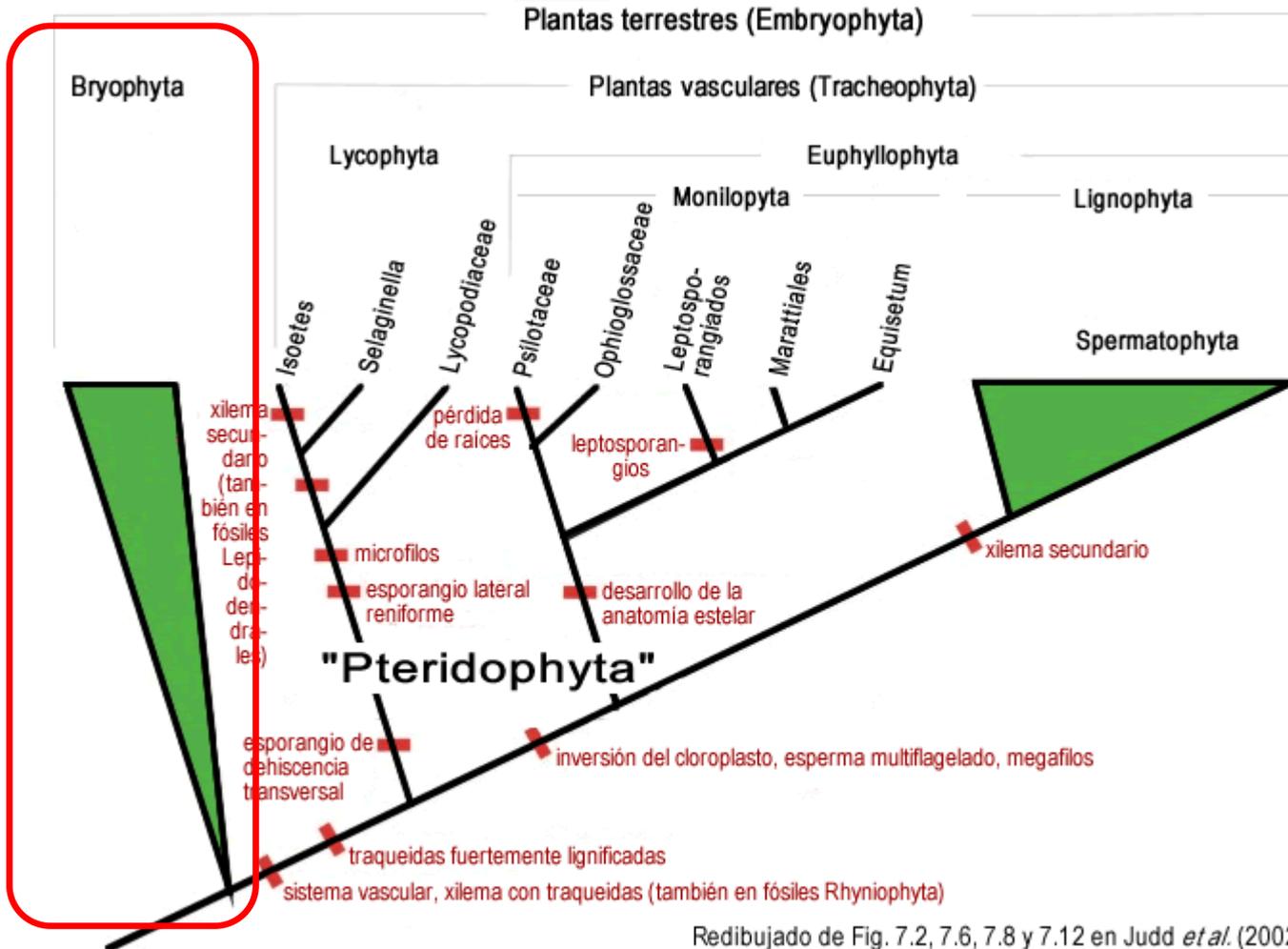
Embryophyta



Embryophyta o "plantas terrestres"

- Clado monofilético
- Descendientes de ciertas algas verdes.
- Poseen de adaptaciones para la vida fuera del agua, y que son por lo tanto los responsables de la colonización de la tierra por parte de las plantas.
- Comprende a todas las plantas terrestres: las hepáticas, los antoceros, los musgos, los lycopodiófitos, los helechos, y las plantas con semilla

Embryophyta



Redibujado de Fig. 7.2, 7.6, 7.8 y 7.12 en Judd *et al.* (2002), con información agregada de Pryer *et al.* (2004)

traducido de http://www.botany.utoronto.ca/Courses/BOT307/D_Families/307Dptero.html

Briófitas

Briophyta o Briófitas

(hepáticas, antoceros y musgos)



- Representan la transición de la vida acuática a la terrestre.
- Son plantas relativamente pequeñas (nunca superan los 20 cm de longitud, en general miden hasta 2 cm)
- Sensibles a la contaminación atmosférica

Briófitas

- Plantas **no vasculares, sin semillas**
- Al igual que las plantas vasculares:
 - Poseen clorofila a y b y pigmentos carotenoides,
 - reservan hidratos de carbono (almidón) en el cloroplasto,
 - la celulosa es componente de la pared celular, en la división celular forman fragmoplasto y placa celular.
 - **Forman embriones.**
- De acuerdo a los registros fósiles más antiguos evolucionaron hace unos 370-400 millones de años (Devónico) pero posibles ancestros fósiles datan de 430 millones de años (Silúrico)
- Comparten un ancestro común con las plantas vasculares , descendientes de las algas verdes
- Diversidad: 20.000 especies, 900 géneros

Briófitas

Hábitat: crecen en climas fríos o muy húmedos



Briófitas

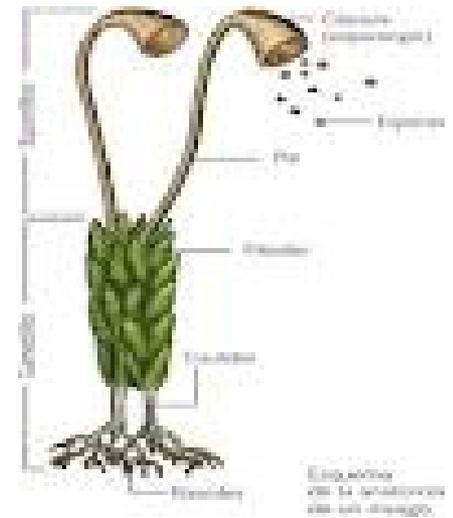
- Abundan en lugares húmedos.
- Dominan el paisaje en regiones boreales o australes donde no crecen otras plantas
- Montañas en las paredes rocosas por encima del límite de la vegetación
- Toleran severas temperaturas bajas (Antártida)
- Ambientes acuáticos
- Orillas del mar
- Pueden permanecer vivos en condiciones de sequedad, y vuelven a crecer al hidratarse

Briófitas

- Evolucionaron y **realizaron con éxito la transición del agua a ambientes terrestres.**
- Desarrollaron **características para evitar la desecación** (capas estériles de protección de los gametangios y esporangios), pero no poseen cutícula, en algunos se desarrollan “estomas”
- **Retención del cigoto dentro del gametangio femenino** y su desarrollo posterior (embrión - esporofilo)
- Presentan **alternancia de generaciones**

Briófitas

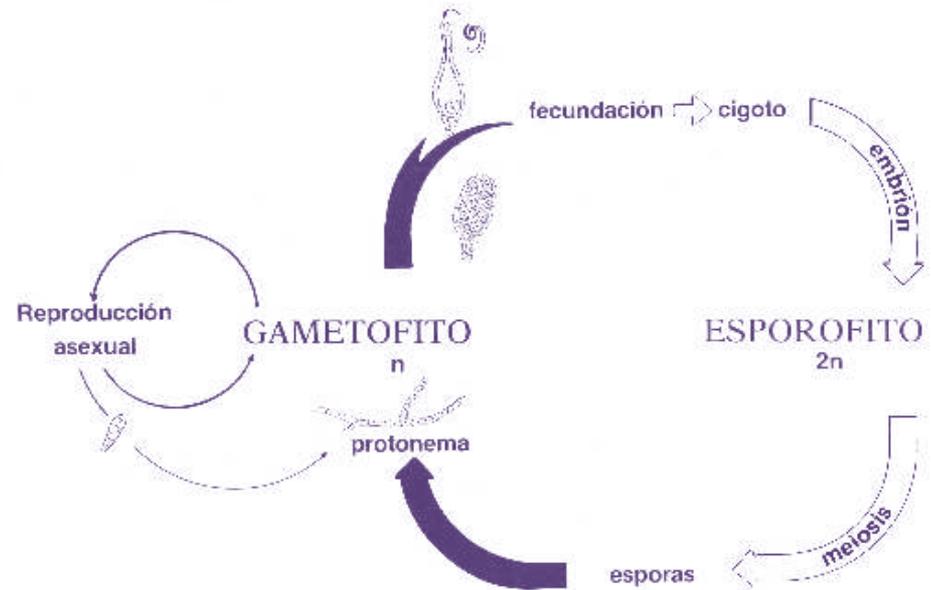
- En su cuerpo se distinguen 3 partes: **rizoide, caulóide y filoides**, **análogos** (pero no homólogos) a la raíz, tallo y hojas de los vegetales superiores.
- **No presentan órganos verdaderos**, ni raíces, tallos ni hojas verdaderas, sino por un **cuerpo vegetativo** con estructuras muy primitivas.
- No poseen semillas



Briófitas: ciclo de vida o alternancia de generaciones

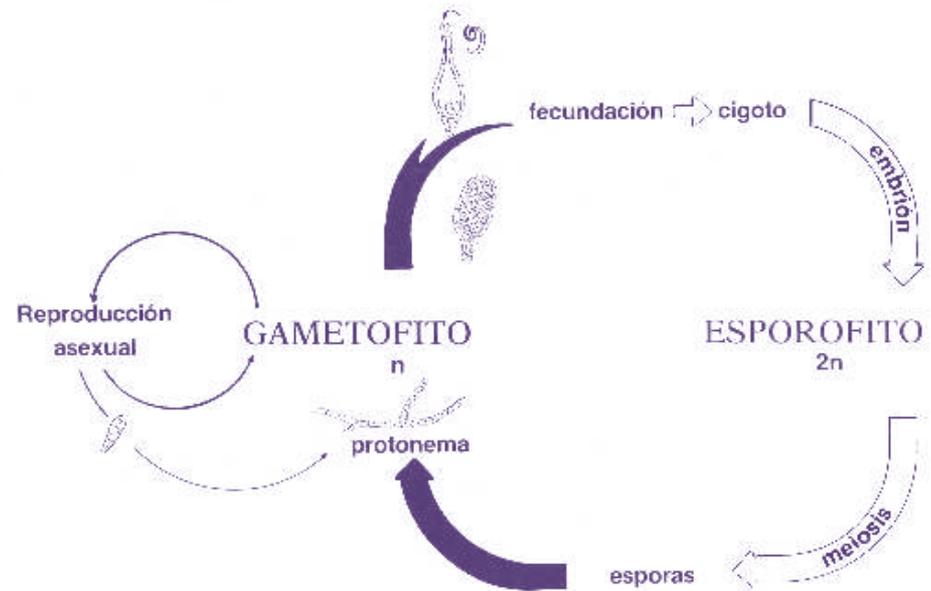
Ciclo de vida digenético heteromórfico:

- El **gametofito** o fase haploide es la **dominante en las briofitas**; más conspicua y tiene mayor duración.
- El **esporofito** o fase diploide es **pequeño y de duración corta**. En la fase del gametofito, las plantas verdes pueden tener formas taloides o foliosas que derivan de la división de una sola célula apical.



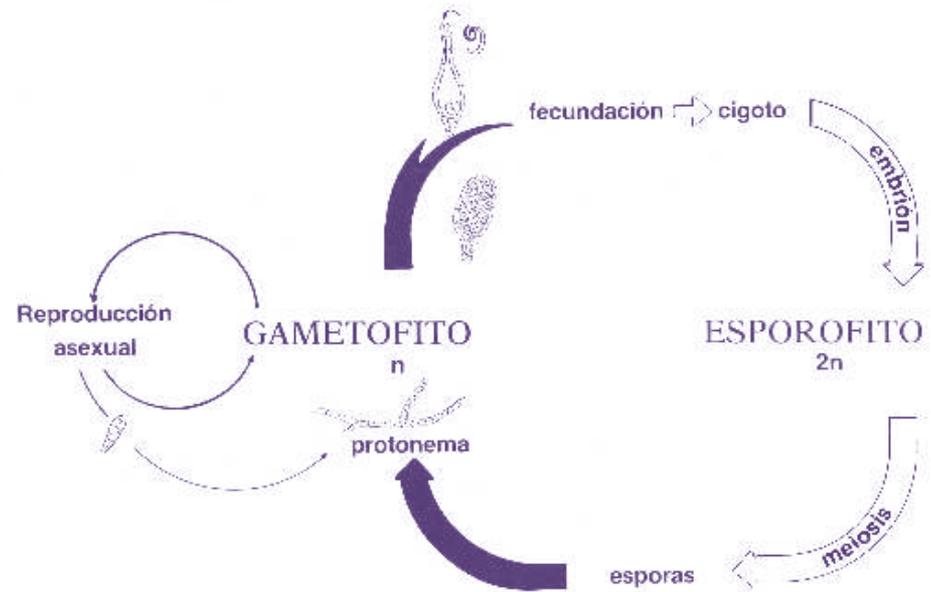
Briófitas: ciclo de vida o alternancia de generaciones

- Durante la etapa reproductiva, el gametofito produce órganos sexuales masculinos (**anteridios**) o femeninos (**arquegonios**); las células sexuales masculinas o **anterozoides** son biflagelados y, por lo tanto, necesitan un ambiente acuoso para desplazarse.
- Los anterozoides y la **oófera** (célula sexual femenina) se producen por mitosis pues se forman en gametofitos haploides.
- Al ocurrir la fecundación, la célula diploide o **cigoto**, derivada de la unión de las dos células sexuales, por divisiones sucesivas se transforma en un **embrión** multicelular.

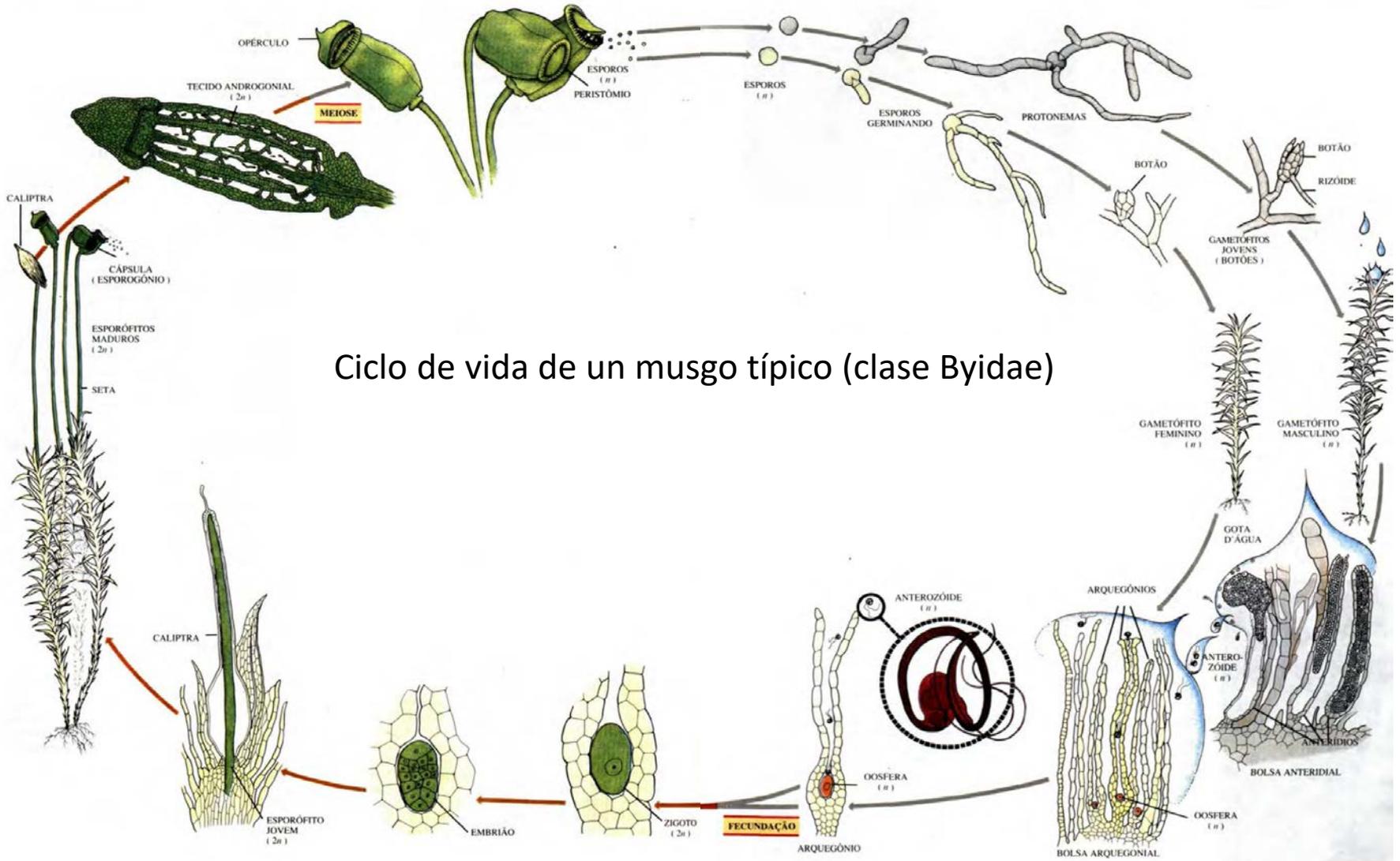


Briófitas: ciclo de vida o alternancia de generaciones

- Más tarde, una vez diferenciado el **pie** que lo sujeta al gametofito y la **seta** o pedicelo que sostiene a una **cápsula**, el embrión se transforma en un esporofito en el que la división meiótica del tejido esporógeno de la cápsula permite la formación de **esporas** unicelulares haploides.
- Las esporas maduras son liberadas y al dispersarse, germinan y forman filamentos o masas celulares que se conocen como '**protonema**'. A partir del protonema se forman nuevos gametofitos.



Briófitas: ciclo de vida o alternancia de generaciones



Ciclo de vida de un musgo típico (clase Byidae)

Briófitas: ciclo de vida o alternancia de generaciones

Esporofito (2n)



Fuente: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/>

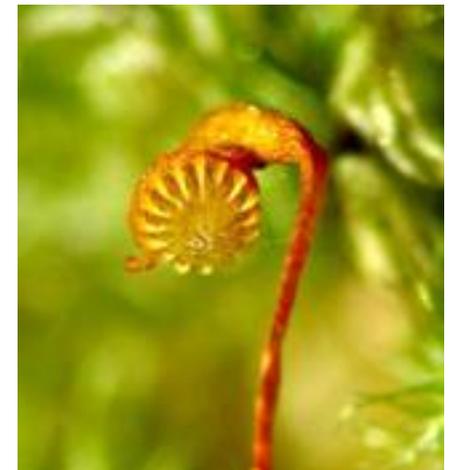
Sphagnum sp.



Sematophyllum sp.



Ctenidium malacoides



Diversidad 1: Algas verdes y briófitas

Subunidad A: Algas verdes

- Ciclos de vida

Subunidad B: Briófitas

- Características morfo-fisiológicas y ecológicas.
- Ciclo de vida de un musgo típico